

# **SINTESIS POLIVINYL ASETAT BERPELARUT METANOL:AIR 1:3 DENGAN VARIASI JENIS SURFAKTAN**

**Nama** : Ria Amalya  
**NRP** : 1410100056  
**Jurusan** : Kimia FMIPA-ITS  
**DosenPembimbing** : Lukman Atmaja Ph. D

## **Abstrak**

Sintesis PVAc berbasis metanol telah berhasil dilakukan dengan menggunakan monomer vinyl asetat dan variasi beberapa surfaktan yaitu Disponil FES 27 IS; Disponil A 1080; Disponil AES 72; Disponil AFX 3070. Penelitian ini dilakukan dengan proses polimerisasi emulsi dengan menggunakan reaktor kaca yang didesain khusus untuk reaksi polimerisasi. Hasil sintesis kemudian dianalisis dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) yang menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh surfaktan pada pembentukan gugus fungsi dalam hasil sintesis, dibuktikan dengan spektrum yang dihasilkan semua memiliki puncak yang sama. Berdasarkan pengujian viskositas lateks, hasil terbaik ditunjukkan dari penggunaan surfaktan AFX 3070. Dari analisis menggunakan *Thermomechanical Analysis* (TMA) menunjukkan bahwa hasil terbaik didapatkan dari penggunaan surfaktan Disponil A 1080 dengan nilai koefisien termal terendah pada temperatur 26°C. Sampel hasil sintesis juga diuji sifat mekaniknya dengan menggunakan instrumen Uji Tarik *tensile strength* yang menunjukkan nilai perpanjangan modulus elastisitas tinggi dihasilkan oleh penggunaan surfaktan Disponil A 1080.

**Kata Kunci** : Polimerisasi emulsi, Monomer Vinyl Asetat, Pengaruh Surfaktan.

# **SYNTHESIS OF POLYVINYL ACETATE WITH METHANOL:WATER 1:3 SOLVENT AND VARIATIONS TYPE OF SURFACTANTS**

**Nama** : Ria Amalya  
**NRP** : 1410100056  
**Major** : Kimia FMIPA-ITS  
**Supervisor** : Lukman Atmaja Ph. D

## **Abstract**

Synthesis of methanol-based PVAc have been successfully conducted using vinyl acetate monomer and use variations of some surfactants namely Disponil FES IS 27; Disponil A 1080; Disponil AES 72; AFX Disponil 3070. This research was conducted with emulsion polymerization process using a specially designed glass reactor for polymerization reactions. Product was analyzed by Fourier Transform Infrared (FTIR), indicating that there is no influence of surfactants on the formation of functional groups in product, evidenced by the spectra are same at all. Surfactant Disponil AFX had large viscosity from the others. Analyzed using Thermomechanical Analysis (TMA) shows that the best results obtained from surfactants Disponil A 1080 with lowest thermal coefficient on temperature 26°C. The product is also tested the mechanical property by using the tensile strength instrument that shows surfactants Disponil A 1080 had high expansion and modulus elasticity.

*Keyword* : Emulsion Polymerization, Vinyl Asetat Monomer, Effect Surfactant.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Polimer**

Polimer merupakan suatu makromolekul yang terbentuk dari beberapa unit berulang sederhana yang disebut monomer, yang berikatan satu sama lain membentuk pola tertentu (Cowie, 2001). Polimer digunakan untuk berbagai aplikasi seperti pelapis, perekat, material alat kebutuhan sehari-hari (Davis, 2004).

##### **2.1.1 Sifat-Sifat Polimer**

Polimer memiliki beberapa sifat utama yang harus diperhatikan dalam industri perekat, yaitu sifat mekanik dan stabilitas panas.

Beberapa sifat mekanik polimer adalah kuat tarik, kuat tekan, dan kuat tekuk. Kuat tarik dapat diketahui dengan cara menarik sekeping atau beberapa polimer dengan bentuk yang sama. Kuat tekan adalah kebalikan dari kekuatan tarik, yang merupakan ukuran sampai dimana suatu sampel bisa ditekan, sebelum rusak. Sedangkan kuat tekuk adalah ukuran dari ketahanan terhadap patahan ketika sampel ditekek (*difleks*).

Stabilitas panas suatu polimer menunjukkan fungsi dari energi ikatan. Semakin tinggi suhu, energi antar ikatan semakin besar sehingga mempermudah putusnya ikatan rantai polimer tersebut. Suatu polimer memiliki sifat stabil terhadap panas jika polimer tersebut tidak terurai dibawah temperatur 400°C dan dapat mempertahankan sifat-sifatnya yang bermanfaat pada temperatur mendekati dekomposisi polimer tersebut. Oleh karena itu, polimer harus memiliki temperatur transisi gelas yang tinggi (Steven, 2001).

### 2.1.2 Jenis-Jenis Polimer

Jenis-jenis polimer dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria yaitu struktur, sifat termal, komposisi, dan kristalinitas.

Berdasarkan struktur, polimer dibagi menjadi 3 yaitu polimer linier, polimer bercabang, dan polimer ikat silang. Polimer linier merupakan polimer yang tersusun sejajar membentuk sebuah garis lurus. Polimer bercabang merupakan polimer yang memiliki satu atau beberapa cabang pada rantai utamanya yang masih merupakan unit perulangannya, sedangkan polimer ikat silang merupakan gabungan antara polimer linier dan polimer bercabang (Gowariker dkk., 2005 )

Berdasarkan sifat termal, polimer dibagi menjadi 2 yaitu polimer termoset dan polimer termoplastik. Polimer termoset akan menjadi keras secara permanen saat awal dibentuk menjadi suatu material dan tidak dapat kembali melebur saat dipanaskan kembali karena telah terbentuk ikatan *crosslink*. Polimer termoplastik akan melebur saat dipanaskan hingga mendekati temperatur  $T_g$  polimer tersebut,  $T_g$  merupakan temperatur transisi gelas suatu polimer (Cowie, 2001).

Berdasarkan sumber, polimer dibagi menjadi 2 yaitu polimer alam dan polimer sintetik. Polimer alam merupakan polimer yang didapatkan dari bahan alam dan memiliki struktur yang kompleks. Sedangkan polimer sintetik merupakan polimer hasil sintesis dari senyawa yang memiliki berat molekul rendah (Gowariker dkk., 2005).

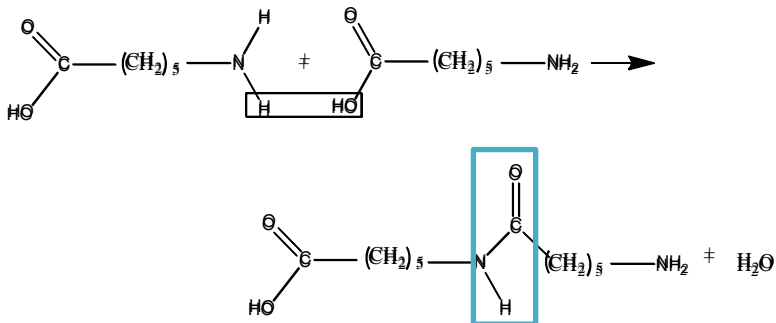
Berdasarkan komposisi, polimer dibagi menjadi 2 yaitu homopolimer dan kopolimer. Homopolimer adalah polimer yang tersusun dari monomer-monomer yang sejenis, sedangkan kopolimer tersusun dari lebih dari satu monomer (Gowariker dkk., 2005).

## 2.2 Polimerisasi

Polimerisasi merupakan proses pembentukan polimer dimana monomer-monomer saling berikatan melalui reaksi kimia membentuk rantai yang panjang. Reaksi polimerisasi dibagi menjadi dua jenis, yaitu reaksi polimerisasi kondensasi dan polimerisasi adisi (Dotson dkk., 1996).

### 2.2.1 Polimerisasi Kondensasi

Polimerisasi kondensasi merupakan polimerisasi yang akan terjadi apabila monomernya memiliki minimal dua gugus fungsi aktif (Dotson dkk., 1996). Polimerisasi akan terjadi pada saat terjadi reaksi antara kedua gugus fungsi aktif tersebut dengan membentuk suatu molekul baru yang tidak terdapat pada monomernya. Hal tersebut dianggap sebagai reaksi kondensasi (Flory, 1995).



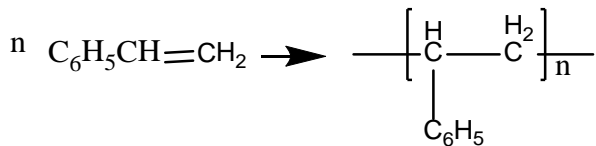
Gambar 2.1 Mekanisme reaksi kondensasi pembentukan Nilon 6

Salah satu contohnya adalah polimerisasi asam 6-aminoheksanoat diatas. Dalam reaksi tersebut, satu ikatan amida dan air terbentuk dari reaksi satu amina dengan satu asam karboksilat. Molekul baru ini masih mempunyai satu gugus amina pada salah satu ujung dan satu gugus asam karboksilat pada ujung lainnya, sehingga molekul baru ini masih dapat bereaksi lagi dengan dua molekul asam 6-aminoheksanoat lagi. Proses ini terus

berulang untuk membangun suatu molekul berantai panjang. Untuk setiap monomer yang ditambahkan, maka satu molekul air akan terlepas. Polimer akhir dalam kasus ini dinamakan nilon 6 dan salah satu penggunaannya adalah dalam ban radial berbalut serat dalam karet (Oxtoby dkk., 2003).

### 2.2.2 Polimerisasi Adisi

Polimerisasi adisi merupakan suatu reaksi polimerisasi yang membutuhkan inisiator dan proses perpanjangan rantainya diperoleh dari setiap penambahan satu unit berulang. Pada polimerisasi adisi, berat molekulnya dapat bertambah secara cepat pada rantai yang telah diinisiasi. Contoh :



Gambar 2.2 Reaksi polimerisasi adisi

(Dotson dkk., 1996)

## 2.3 Teknik Polimerisasi

### 2.3.1 Polimerisasi Massa (*Bulk*)

Cara yang langsung dan paling sederhana untuk mengubah monomer menjadi polimer adalah polimerisasi curah (*bulk*) atau polimerisasi massa (*mass polymerization*). Biasanya umpan untuk proses ini terdiri dari monomer, sejenis inisiator yang dapat larut dalam monomer, dan suatu agen pemindah rantai (*chain-transfer agent*) (Harahap, 2005).

Polimerisasi berlangsung tanpa adanya pelarut atau material lainnya. Efektif digunakan pada produksi epoksi dan etilen. Dalam teknik ini sangat penting adanya saluran pembuangan panas untuk mencegah terjadinya ledakan. Contoh dari teknik polimerisasi massa adalah polimerisasi radikal bebas pada etilen.

Keuntungan dari teknik polimerisasi massa adalah :

- a). Dapat menghasilkan produk yang tinggi berdasarkan volume reaktor
- b). Kemurnian produk yang dihasilkan sangat tinggi
- c). Dapat dilakukan kopolimerisasi dengan comonomer yang sesuai

(Otaigbe, 2006).

Kekurangan dalam Polimerisasi massa adalah :

- a). Seringkali sulit dikendalikan
  - b). Untuk mengendalikannya, proses harus dilaksanakan perlahan, yang secara ekonomis jelas tidak menguntungkan
  - c). Sulit mendapatkan laju dan panjang rata-rata rantai yang tinggi sekaligus karena efek penghambatan dari konsentrasi inisiator
  - d). Sulit untuk menghilangkan sisa monomer yang tidak bereaksi.
- Hal ini sangat penting misalnya jika polimer yang dihasilkan akan digunakan dalam proses-proses yang berhubungan dengan makanan.

(Harahap dan Manurung, 2005).

Sebagian besar polimerisasi massa ini dilaksanakan secara homogen, tetapi jika polimer yang dihasilkan tidak larut dalam monomernya, dan mengendap pada saat reaksi berlangsung, proses tersebut kadang-kadang disebut sebagai polimerisasi massa heterogen atau polimerisasi pengendapan. Dua contoh polimerisasi semacam itu adalah pada sintesis poliakrilonitril dan polivinil klorida (PVC) (Harahap, 2005).

### **2.3.2 Polimerisasi Larutan**

Pada teknik polimerisasi ini, proses berlangsung dengan adanya pelarut inert dan inisiator (20% monomer dan 80% pelarut). Berguna dalam polimerisasi polistirena misalkan 20% stiren, 80% benzena dan inisiator (Otaigbe, 2006). Penambahan pelarut inert pada polimerisasi ini dapat meningkatkan kapasitas panas campuran reaksi dan juga mengurangi viskositas massa reaksi

pada konversi tertentu. Selain itu panas polimerisasi dapat dihilangkan dengan melakukan refluks pelarut tersebut. Jadi bahaya yang berlebihan dapat dihindari (Harahap, 2005).

Keuntungan Polimerisasi Larutan :

- a). Pengendalian dan pemindahan panas lebih mudah
- b). Perancangan sistem reaktor akan lebih mudah karena reaksi-reaksi yang terjadi mengikuti hubungan kinetika yang telah dikenal
- c). Larutan polimer yang diinginkan dapat langsung diaplikasikan (Harahap, 2005)

Kekurangan Polimerisasi Larutan :

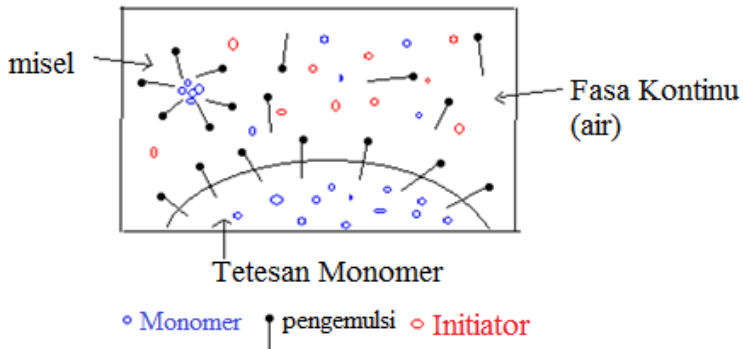
- a). Berpotensi beracun, mudah terbakar dan pencemaran lingkungan karena pelarut
- b). Produk yang dihasilkan masih mengandung pelarut yang dianggap sebagai pengotor
- c). Produk yang dihasilkan lebih rendah dari polimerisasi massa
- d). Biaya produksi lebih mahal karena penggunaan pelarut (otaigbe, 2006).

### **2.3.3 Polimerisasi emulsi**

Polimerisasi emulsi merupakan polimerisasi radikal bebas dan membutuhkan setidaknya empat komponen utama. Keempat komponen tersebut yaitu inisiator, monomer, pengemulsi, dan fasa kontinu, seperti air. Keempat komponen tersebut akan membentuk lateks, yang berupa dispersi koloid dari partikel polimer dalam air. Produk hasil polimerisasi emulsi ini dapat digunakan untuk perekat, cat, dan zat pelapis.

Mekanisme polimerisasi emulsi awal adalah sistem terdiri atas tetesan monomer, monomer lalu membentuk misel dan mengembang dalam fasa kontinu yang telah jenuh dengan monomer dan pengemulsi, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.3 dibawah (Lange, 2011).





Gambar 2.3 Sistem Polimerisasi Emulsi yang mengandung tetesan Monomer, Misel, dan Fasa Kontinu (Lange, 2011).

Polimerisasi emulsi pada akhir-akhir ini mulai tergeser oleh proses-proses polimerisasi yang lain, tetapi karena pada teknik polimerisasi yang lain masih menyisakan beberapa monomer yang tidak bereaksi yang dianggap dapat membahayakan secara fisiologis, sehingga digunakan teknik polimerisasi emulsi kembali (Harahap, 2005).

Keuntungan polimerisasi emulsi :

- Pengendalian mudah : viskositas massa reaksi jauh lebih kecil daripada larutan dengan konsentrasi yang sebanding
- Dengan menggunakan konsentrasi surfaktan yang tinggi dan konsentrasi monomer yang rendah maka akan diperoleh laju polimerisasi dan panjang rantai yang tinggi sekaligus
- Ukuran partikel produk yang kecil sehingga dapat menurunkan jumlah residu monomer.

Kekurangan Polimerisasi Emulsi :

- a). Sulit untuk memperoleh polimer yang murni. Permukaan partikel-partikel yang kecil menyebabkan besarnya luasnya permukaan sehingga memudahkan zat-zat pengotor yang teradsorpsi meliputi penarikan air oleh sisa surfaktan, yang dalam jumlah sangat kecilpun dapat menimbulkan masalah.
- b). Diperlukan teknologi untuk mengambil produk polimer padat yang terbentuk
- c). Air dalam reaksi menurunkan jumlah produk per volume reaktor.

(Harahap dan Manurung, 2005).

Dalam polimerisasi emulsi, dapat digunakan tiga teknik yang berbeda, yaitu batch, semi- batch (semikontinu) dan kontinu. Pada polimerisasi batch, semua reaktan ditambahkan pada awal polimerisasi . Ketika inisiator telah ditambahkan / terdekomposisi dan temperatur telah meningkat, maka proses polimerisasi dimulai . terdapat pembentukan dan pertumbuhan partikel lateks secara langsung. Tidak ada kontrol saat berlangsung reaksi polimerisasi. Satu-satunya hal yang dapat dikontrol adalah penanganan panas yang dihasilkan oleh reaksi polimerisasi.

Pada proses semi-batch, satu atau lebih dari komponen ditambahkan terus menerus secara berkelanjutan. Untuk mendapatkan inisiasi lebih maksimal, pemberian benih sering digunakan, untuk dapat mengendalikan jumlah partikel. Ketika penambahan benih, pada awal polimerisasi jumlah yang dipakai adalah 5-10% dari jumlah total monomer. Dengan menggunakan proses semi- batch, laju polimerisasi dan pertumbuhan partikel lebih mudah untuk dikontrol.

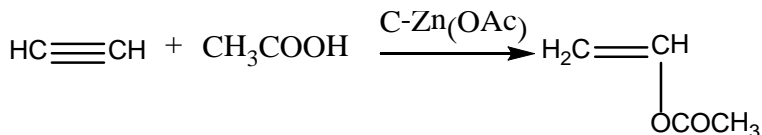
Polimerisasi kontinu/berkesinambungan dilakukan dengan penambahan komponen terus menerus ke dalam tangki berpengaduk atau berbagai jenis reactor bundar. Dalam proses yang kontinu ini, terdapat kontrol kestabilan panas, selain itu

tingkat produksi bisa tinggi dan lateks yang dihasilkan dapat memiliki kualitas yang seragam (Lange, 2011).

## 2.4 Monomer Vinil Asetat

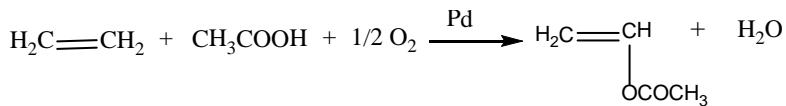
VAM (vinyl acetate monomer) adalah senyawa kimia dengan rumus kimia  $\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$ , dan merupakan monomer dari polivinil asetat. Senyawa ini merupakan cairan tak berwarna, senyawa ini biasanya dibuat melalui reaksi dari etilena, asam asetat, dan oksigen dengan katalis paladium serta dapat dipolimerisasi sendiri membentuk polivinil asetat (PVAc), atau bersama monomer lain untuk membentuk kopolimer seperti etilen-vinil asetat (Erbil, 2010).

Monomer vinil asetat dapat disintesis dari reaksi asam asetat dengan asetilen atau etilen. Untuk produksi vinyl asetat dari asam asetat dan asetilen, seperti pada Gambar 2.4 yaitu dilakukan prosedur berikut : campuran dari asetilen dan asam asetat direaksikan pada temperatur  $200^\circ\text{C}$  dengan katalis carbon yang telah diimpregnasi dengan seng asetat (Lewin, 2006).



Gambar 2.4 Reaksi pembentukan vinil asetat dari asetilen dan asam asetat

Perkembangan industri petrokimia mengubah penggunaan asetilen menjadi etilen. Prosesnya dapat dijelaskan dengan sederhana menurut Lewin, (2006) sebagai berikut : campuran gas yang terdiri dari etilen, asam asetat, dan oksigen direaksikan melalui katalis padat yang mengandung Pd pada temperatur  $175$  dan  $200^\circ\text{C}$  dibawah tekanan antara  $4$  dan  $10 \text{ kg/cm}^2$  (Gambar 2.5).



Gambar 2.5 Reaksi pembentukan vinil asetat dari etilen dan asam asetat (Lewin, 2006)

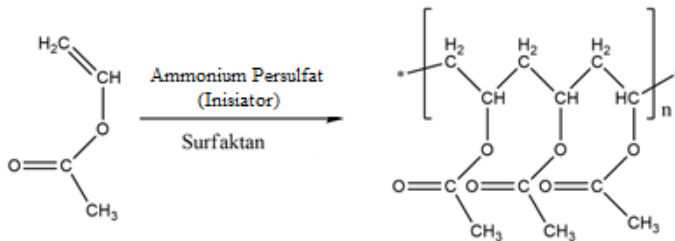
VAM merupakan senyawa kimia yang digunakan dalam pembuatan berbagai macam produk industri, dalam bentuk polivinil asetat digunakan untuk memproduksi cat, bahan perekat, dan lapisan untuk bahan lunak, dalam bentuk polivinil asetal digunakan untuk memproduksi bahan isolasi kawat magnet. VAM merupakan bahan baku utama untuk pembuatan polivinil asetat (PVAc) dan polivinil alkohol (PVOH atau PVA) (Erbil, 2010).

## 2.5 Polivinil asetat

Polivinil asetat merupakan suatu senyawa polimer yang bersifat elastis. Polimer ini pertama ditemukan oleh Dr. Flitz K. dari Jerman pada tahun 1912. Rasio hasil hidrolisisnya berkisar antara 89-99 %. Polivinil asetat sangat memudahkan para tukang kayu untuk mengelem kayu. Produk lem yang dihasilkan adalah: lem kuning, lem putih dan lem yang paling terkenal dari Amerika, lem elmer. Senyawa ini merupakan bahan baku pembuatan lem kertas, kain, dan rokok. Bila dibandingkan dengan polimer lain, senyawa ini lebih fleksibel dan tidak bersifat asam. Polivinil asetat digunakan sebagai bahan antistatik, bahan pengikat, penstabil emulsi, pembentuk film, sebagai bahan perekat dan pengikat pada cat berbahan dasar air atau emulsi, sebagai pengikat pada kertas, kayu, kaca, logam, porselen, dan perekat pada resin (Kirk dan Othmer, 1980).

Polivinil asetat diproduksi dalam skala industri mulai sekitar tahun 1935 di Jerman dan masih terus berlanjut hingga sekarang dengan perkembangan yang signifikan. Pada umumnya, emulsi

polivinil asetat merupakan cairan berwarna putih susu yang mengandung 40-55% padatan polimer (Erbil, 2010).



Gambar 2.6 Reaksi polimerisasi Vinyl asetat menjadi Poli(vinyl asetat)

### 2.5.1 Polivinil Asetat Berbasis Pelarut Air (*Water Based*)

Pada pembuatannya, prekursor (umumnya polivinil alkohol) dilarutkan terlebih dahulu dalam air untuk proses hidrolisis yang selanjutnya ditambahkan monomer vinil asetat beserta komponen lain. Produk yang dihasilkan memiliki sifat non-volatil karena menggunakan pelarut air yang membutuhkan waktu menguap cukup lama. Selain itu, produk ini cenderung memiliki tegangan permukaan yang relatif tinggi, sehingga akan sulit untuk melapisi permukaan suatu material. Polivinil Asetat umumnya diproduksi di Indonesia dalam bentuk lem berwarna putih untuk perekat kayu dan sebagainya (Rolando, 1998).

### 2.5.2 Polivinil Asetat Berbasis Pelarut Bukan Air (*Solvent Based*)

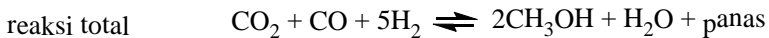
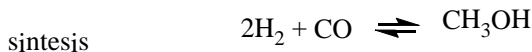
Berbeda dengan polivinil asetat berbasis pelarut air, polivinil asetat jenis ini menggunakan pelarut untuk melarutkan senyawa prekursornya. Secara termodinamika, pelarut yang baik digunakan untuk sintesis polivinil asetat adalah pelarut organik alifatik yang bersifat volatil dan merupakan senyawa polar, seperti metanol, aseton, dan kloroform. Pelarut-pelarut tersebut memiliki

temperatur transisi gelas yang relatif rendah, sehingga tidak begitu berpengaruh pada sifat termal dari polivinil asetat (Olayemi dan Adeyeye, 1982).

## 2.6 Metanol

Metanol atau metil alkohol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) adalah cairan tak berwarna dengan titik didih  $65^\circ\text{C}$ . Metanol akan bercampur dengan berbagai cairan organik serta dengan air dan sering digunakan sebagai pelarut yang sesuai untuk aplikasi rumah tangga dan industri. Hal ini paling akrab di rumah sebagai salah satu unsur dari spirtus alkohol. Metanol merupakan bahan baku untuk beberapa bahan kimia, seperti formaldehida, dimetil tereftalat, methylamines dan metil halida, metil metakrilat, asam asetat, bensin dll.

Metana adalah uap yang direaksikan untuk membuat *syngas* (hidrogen dan karbon monoksida), dan nantinya akan terbentuk metanol. Metanol juga dapat digunakan untuk produksi bensin. Reaksi pembentukan metanol dari metana dijelaskan dalam reaksi berikut :



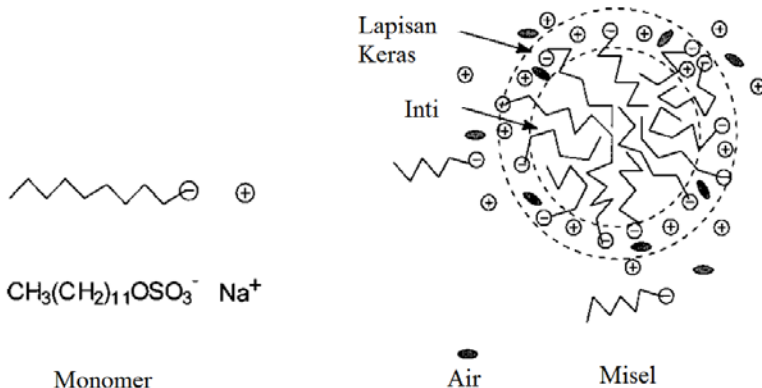
Gambar 2.7 Reaksi pembentukan metanol (Packer, 2000).

## **2.7 Pengemulsi (*Emulsifiers*)**

Pengemulsi memberikan kestabilan pertumbuhan partikel koloid dan menyediakan tempat untuk nukleasi partikel. pengemulsi yang digunakan dalam polimerisasi emulsi adalah surfaktan non-ionik, surfaktan anionik dan koloid pelindung. Stabilitas koloid tergantung stabilitas elektrostatis, stabilitas sterik atau keduanya. Ukuran partikel dan distribusi ukuran partikel dari partikel yang terbentuk dipengaruhi oleh jumlah emulsifier. Partikel besar dihasilkan saat jumlah emulsifier sedikit, dan ketika ditambahkan jumlah emulsifier, ukuran partikel menjadi lebih kecil (Lange, 2011).

### **2.7.1 Surfaktan**

Surfaktan, atau yang kadang disebut bahan yang aktif pada permukaan atau biasa juga disebut deterjen, merupakan salah satu bahan kimia yang serbaguna, dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang. Surfaktan merupakan molekul yang bersifat amfifilik, yakni memiliki dua gugus. Pertama bersifat nonpolar yaitu rantai hidrokarbon panjang sebagai “ekor” dan kedua, gugus bersifat polar, biasanya berupa ion, sebagai “kepala”. Dalam pelarut polar, misalnya air, karakter amfifilik dari surfaktan ini mengarahkan dirinya sendiri untuk membentuk molekul kecil yang terorganisir yang disebut sebagai misel (Gambar 2.9). Gugus yang bersifat nonpolar membentuk inti dari misel dan gugus polar yang akan kontak dengan pelarut air tersebut. Konsentrasi dimana misel dapat terbentuk (dalam rentang yang sempit) dinamakan Critical Micelle Concentration (CMC). Nilai CMC didapatkan tergantung dari jenis surfaktan yang digunakan (Dominique dkk., 1997).



Gambar 2.8 Model misel dari surfaktan sodium dodecyl sulfat

Misel merupakan partikel koloid kecil, dimana ketika misel terbentuk, larutan surfaktan berair berperan sebagai media mikro-heterogeneous. Nilai CMC sendiri dapat ditentukan oleh adanya perubahan sifat fisikokimia dari larutan surfaktan akibat peningkatan konsentrasi. CMC dapat dipengaruhi oleh banyak variabel. Hal kecil seperti temperatur dan tekanan juga penting untuk diperhatikan (Dominique dkk., 1997).

Biasanya, 1-6 % berat surfaktan digunakan dalam polimerisasi emulsi berdasarkan pada jumlah total monomer. Namun, harus ada jumlah surfaktan yang cukup untuk misel yang akan dibentuk dan dengan demikian konsentrasi misel kritis perlu berlebih. Ada empat kelas surfaktan yaitu anionik, kationik, non-ion dan amfoterik (zwitterionic). Yang paling umum dalam polimerisasi emulsi vinil asetat adalah non-ionik dan anionik. Ini karena dapat menunjukkan peningkatan kompatibilitas dengan partikel lateks yang bermuatan negatif, karena sisa-sisa inisiator persulfat (Lange, 2011).

Surfaktan yang digunakan dalam penelitian ini adalah surfaktan Disponil FES 27 IS; Disponil A 1080; Disponil AES 72; disponil



AFX 3070. Disponil FES 27 IS merupakan surfaktan anionik yang memiliki kandungan sodium lauryl ether sulfat, memiliki nilai CMC sekitar 0,38 g AS/I. Selain itu, FES 27 sangat efektif digunakan dalam proses polimerisasi emulsi, dapat digunakan sebagai emulsifier dalam polimerisasi vinyl asetat sebagai pigmen pengikat pada lapisan kertas dan kertas karton. Disponil A 1080 merupakan surfaktan non-ionik, hanya memiliki lemak alkohol etoksilat linier, oleh karena itu, disponil A 1080 memiliki sifat biodegradabilitas yang baik. Disponil AES 72 merupakan pengemulsi spesial untuk polimer emulsi, terutama untuk vinyl asetat dan akrilik. Surfaktan ini merupakan kombinasi yang menguntungkan antara pengemulsi non-ionik dan anionik, dan untuk itu digunakan sebagai salah satu pengemulsi untuk polimerisasi emulsi. Disponil AES 72 memiliki kandungan alkil aril poliglikol eter sulfat dan garam natrium serta memiliki nilai CMC sekitar 0,55 g AS/I. Disponil AFX 3070 merupakan surfaktan non-ionik kualitas tinggi untuk digunakan dalam berbagai teknologi polimerisasi emulsi. Disponil AFX 3070 merupakan konsentrat dari lemak alkohol etoksilat yang berbentuk cair dalam temperatur ruang.

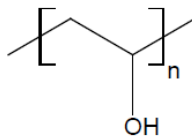
### **2.7.2 Koloid Pelindung (*Protective Colloid*)**

Koloid pelindung dapat mencegah aglomerasi dengan tetap menempel pada permukaan partikel polimer dan ketika mereka melakukan hal tersebut, mereka melingkupi polimer. Rantai polimer dari koloid pelindung harus memiliki salah satu bagian dari rantai yang menempel dan teradsorpsi kuat pada permukaan partikel dan bagian utama dari rantai menghadap ke dalam fase air. Stabilitas ini disebut stabilitas sterik, yang mencegah interaksi antara polimer-polimer dan koagulasi atau aglomerasi dari partikel (Lange, 2011).

Terdapat dua jenis dari koloid pelindung, yaitu alami, atau polimer yang diperoleh dari alam, dan polimer sintetik. Polisakarida dan protein adalah polimer alam. Dalam polimerisasi

emulsi vinyl asetat, menurut Lange (2011) terdapat dua jenis protektif koloid yang sering digunakan yaitu polivinil alkohol dan hidroksi etil selulosa (HEC). PVA banyak digunakan sebagai protektif koloid pada perekat lateks PVAc sedangkan HEC banyak digunakan sebagai protektif koloid pada lateks untuk lapisan arsitektural.

PVA dibuat dengan hidrolisis PVAc. PVA memiliki sifat larut dalam air, biasanya dengan berat molekul tinggi. Sebagian besar linear dan memiliki kristalinitas yang tinggi. Terdapat beberapa jenis PVA tergantung nilai hidrolisisnya, di mana PVA terhidrolisa sebagian (85-90%) adalah salah satu jenis yang paling umum digunakan dalam polimerisasi emulsi pada industri vinyl asetat. PVA yang terhidrolisa sebagian memiliki keseimbangan yang tepat pada gugus hidrofobik dan hidrofilik. PVA dapat larut dalam air (kelompok hidrofilik) dan juga memberikan stabilisasi untuk partikel dengan gugus asetil (kelompok hidrofobik). Selain PVA yang terhidrolisa sebagian, ada juga PVA terhidrolisis sepenuhnya (98-99 %) dan PVA terhidrolisis menengah (93-97%). Ini berarti bahwa PVA selalu mengandung residu dari PVAc yang tidak terpengaruh oleh hidrolisis.



Gambar 2.9 Unit Perulangan dari Poli(vinil alkohol)

PVA menstabilkan emulsi PVAc karena tingkat kelengketan yang baik untuk bahan hidrofilik dan berpori. PVA tidak boleh digunakan untuk furniture outdoor karena memiliki sifat ketahanan terhadap air yang buruk. Ketahanan PVA terhadap air dipengaruhi oleh derajat polimerisasi dan hidrolisis. Ketahanan air

yang lebih baik diperoleh dengan tingkat hidrolisis yang lebih tinggi (Lange, 2011).

## 2.8 Buffer

Emulsi dari PVAc biasanya memiliki pH 4,5-5,5. Untuk mendapatkan emulsi dengan pH di dalam rentang ini, buffer ditambahkan selama reaksi. Buffer memiliki dua fungsi utama:

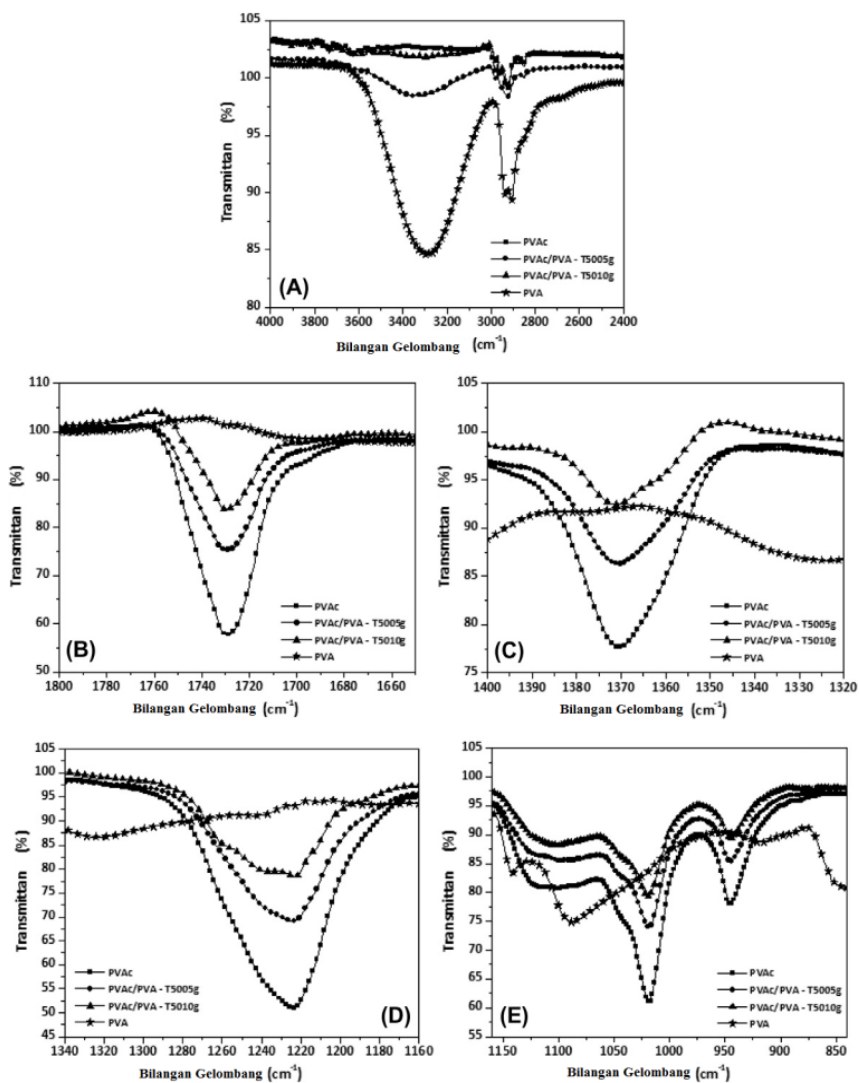
- a). Mengendalikan laju dekomposisi inisiator.
- b). Mempertahankan pH.

Untuk inisiator persulfat, tingkat dekomposisi dipercepat oleh kondisi asam. Tetapi dengan penambahan buffer, laju dekomposisi dapat dikendalikan. Hasil inisiator sisa pada lingkungan asam dan VAc dan monomer lain berada pada pH-sensitif karena hidrolisis. Untuk meminimalkan hidrolisis VAc, pH harus netral, agar asam asetat dan asetaldehida dapat diproduksi. Buffer umum didasarkan pada bikarbonat, fosfat atau asetat. Buffer juga dapat mempengaruhi ukuran partikel dan stabilitas koloid lateks karena buffer seringkali berupa garam (Lange, 2011).

## 2.9 Karakterisasi

### 2.9.1 FT-IR (*Fourier Transform Infrared*)

*Fourier Transform Infrared* merupakan salah satu metode instrumental spektroskopi IR (inframerah) yang menggunakan prinsip interferometri. Teknik analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi adanya gugus fungsi yang terdapat pada sebuah material dan juga ikatan yang terbentuk. Beberapa keunggulan dari FT-IR ini adalah hanya perlu ukuran sampel yang kecil, pembentukan spektrum yang cepat, dan kemampuan untuk menyimpan dan memanipulasi data karena dapat terhubung dengan komputer. Spektrum-spektrum dispersif dari sebagian polimer komersial impor telah diketahui dengan percobaan



Gambar 2.10 Spektrum infrared PVAc

sebelumnya, sehingga identifikasi kualifikasi zat-zat yang tidak diketahui bisa diselesaikan dengan perbandingan. Hal ini mencakup polimer-polimer yang memiliki stereokimia atau distribusi rangkaian monomer yang bervariasi, karena perbedaan tersebut akan menghasilkan spektrum-spektrum yang berbeda. Jika spektrum-spektrum komparatif tidak tersedia, maka untuk mengetahui struktur polimer bisa diperoleh melalui pertimbangan yang wajar terhadap pita-pita absorpsi gugus fungsional, atau dengan membandingkan spektrum-spektrum dengan spektrum senyawa model dengan berat molekul rendah yang siap terkarakterisasi dengan struktur yang mirip (Steven, 2001).

Ferreira dkk., (2012) dalam penelitiannya yang berjudul sintesis mikropartikel polimer magnetik berbasis polivinyl asetat, menunjukkan adanya beberapa puncak yang muncul dari hasil karakterisasi infrared sampel PVAc (Gambar 2.11). Beberapa puncak tersebut diantaranya, puncak lebar pada bilangan gelombang  $3700-3000\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan O-H vibrasi ulur (*stretch*), pada bilangan gelombang  $2850-3000\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan C-H  $\text{sp}^3$  stretch, bilangan gelombang  $1750-1720\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan ikatan C=O, bilangan gelombang  $1375\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan ikatan  $\text{CH}_3$  *bend* dan pada bilangan gelombang  $1300-1000\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan ikatan C-O *stretch*.

## 2.9.2 Analisis Viskositas

Sifat polimer yang penting salah satunya yaitu viskositas. Viskositas juga dapat digunakan untuk menentukan berat molekul dari senyawa polimer. Pengukuran berat molekul dapat dilakukan dengan membandingkan antara viskositas larutan polimer dengan viskositas pelarut murni kemudian didapatkan viskositas intrinsik sampel. Viskositas intrinsik yang kemudian digunakan untuk menentukan nilai berat molekul dari sampel yang dijelaskan dengan rumus dibawah ini.

$$\eta_{in} = k \cdot M_r^a$$

Dimana  $\eta_{in}$  merupakan nilai viskositas intrinsik dari sampel, sedangkan  $k$  dan  $a$  merupakan nilai konstanta houwink yang tergantung jenis dan pelarut dari polimer (Masfufiah dkk., 2008).

### 2.9.3 Analisis Termal TMA (*Thermomechanical analysis*)

TMA merupakan sebuah metode pengukuran perubahan sifat material dengan diberi beban konstan sebagai fungsi temperatur sedangkan material berada di bawah temperatur yang terkontrol. Pada dasarnya, pemuaian atau penyusutan sampel diukur sebagai fungsi waktu atau temperatur sesuai gaya yang diberikan. Plot antara perubahan dimensi sampel dengan temperatur (atau waktu) dapat digunakan untuk mengetahui parameter penting dari sampel seperti koefisien muai termal.

Perubahan panjang sebagai fungsi dari temperatur dapat dijelaskan dengan perhitungan berikut ini

$$L_2 = L_1 \left( 1 + \int_{T_1}^{T_2} \alpha_1 dT \right)$$

dimana  $\alpha_1$  merupakan koefisien muai linier,  $L_1$  dan  $L_2$  merupakan panjang dari sampel pada temperatur  $T_1$  dan  $T_2$ . Jika perbedaan antara  $T_1$  dan  $T_2$  relatif kecil, maka dapat dituliskan dengan

$$L_2 - L_1 = L_1 \alpha_1 (T_2 - T_1)$$

atau dapat ditulis sebagai

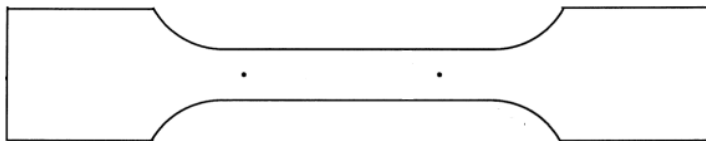
$$\alpha_1 = \frac{1}{L_1} \frac{\Delta L}{\Delta T}$$

(Seyler, 1994).

### 2.9.4 Uji Tarik

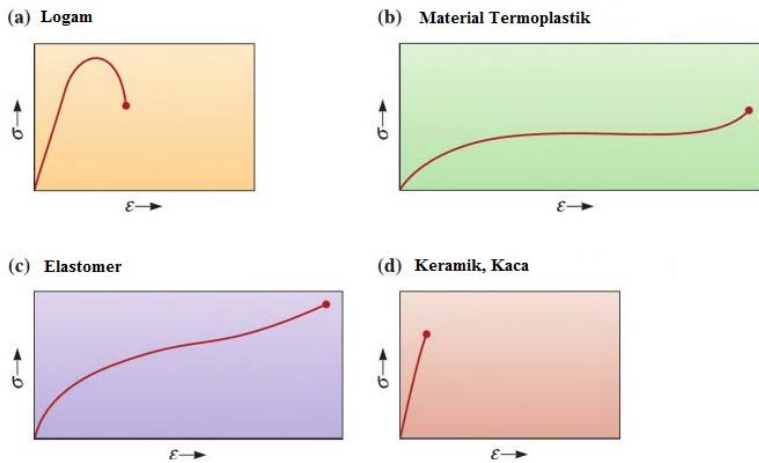
Uji tarik merupakan salah satu cara pengujian sifat mekanik dari suatu material. Pada dunia industri, uji tarik dilakukan untuk mengetahui kualitas dari suatu produk yang dihasilkan apakah telah sesuai dengan standar. Uji tarik sering digunakan pada pengujian material yang bersifat elastis, untuk mengetahui kuat tarik dari material sebelum terputus (Davis, 2004).

Pada uji tarik, sampel dibentuk sesuai Gambar 2.11. Bentuk spesimen yang khas tersebut diletakkan pada mesin penguji dan diberikan gaya tarik  $F$  yang disebut sebagai beban. Kemudian alat penguji regangan atau ekstensometer digunakan untuk mengetahui banyaknya regangan dari sampel saat dikenai gaya tarik  $F$ . Pengukuran yang dilakukan adalah perubahan panjang dari spesimen ( $\Delta l$ ) dari panjang awal ( $l_0$ ). Informasi yang didapatkan dari uji tarik ini adalah kekuatan, modulus young serta kelenturan dari suatu material (Askeland dan Phule, 2006).



Gambar 2.11 Bentuk spesimen sampel yang akan digunakan pada uji tarik (Davis, 2004)

Gambar 2.12 menunjukkan kurva *stress-strain* dari beberapa jenis material yaitu logam, material termoplastik, elastomer dan keramik. Besar *stress-strain* dari masing-masing material tersebut berbeda sesuai sifat dan karakter dari material. Pada material plastik.



Gambar 2.12 Kurva tensile stress-strain pada jenis material yang berbeda



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Material dan Energi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan menggunakan vinyl asetat sebagai monomer.

#### **3.1 Alat dan Bahan**

##### **3.1.1 Alat dan Instrumentasi**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat reaktor skala laboratorium yang terdiri dari bejana kaca dengan kapasitas 1 kg yang didesain khusus untuk reaksi polimerisasi, *waterbath*, *mechanical stirrer*, 2 buah *syringe*, pengaduk besi, dan beberapa alat gelas yang biasa digunakan di laboratorium seperti gelas beker, gelas ukur, pipet tetes, pipet volume, serta beberapa instrumen yang digunakan untuk karakterisasi yaitu FT-IR (*Fourier Transform Infrared*) tipe Shimadzu *Instrument Spectrum One* 8400S, Viskosimeter rotasional, TMA (*Thermomechanical Analysis*) tipe “Star<sup>c</sup> system”, dan seperangkat instrumen tensile ”STROGRAPH VG-10E”.

##### **3.1.2 Bahan**

Bahan yang diperlukan dalam percobaan ini adalah polyvinyl alkohol, monomer vinyl asetat, pelarut metanol teknis, Air demineral, surfaktan Disponil FES 27 IS; Disponil A 1080; Disponil AES 72; Disponil AFX 3070, sodium bikarbonat serta inisiator  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  (amonium persulfat).

## 3.2 Prosedur Kerja

### 3.2.1 Persiapan Alat

Proses polimerisasi dilakukan pada suatu reaktor yang terbuat dari kaca berbentuk tabung, dengan penutup kaca berleher lima yang nanti akan dihubungkan dengan pengaduk besi yang digerakkan dengan alat *mechanical stirrer*, kondensor refluk dan 2 buah syringe yang dihubungkan dengan selang. Peralatan tersebut di atur sedemikian rupa dengan sebuah *electric waterbath*, pendingin kondensor refluks, serta gas nitrogen yang telah diberi selang untuk mengalirkannya ke dalam reaktor.

### 3.2.2 Sintesis polivinyl asetat

Sintesis polivinyl asetat dalam penelitian ini dimulai dengan menyiapkan bahan-bahan sesuai komposisi resep polimerisasi emulsi (Lampiran B). Proses polimerisasi dimulai dengan melarutkan protektif koloid polivinyl alkohol dalam kombinasi pelarut metanol:air dengan rasio 1:3 pada reaktor kaca dan diaduk dengan kecepatan 750 rpm. Kombinasi pelarut metanol:air sebelumnya dialiri dengan gas nitrogen selama 2 menit. Larutan kemudian dipanaskan hingga mencapai temperatur 90°C (Lange, 2011). Larutan buffer sodium bikarbonat, larutan inisiator  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  (amonium persulfat), dan surfaktan dimasukkan ke dalam reaktor (Chern, 2006). 10% monomer vinyl asetat (yang telah ditambahkan surfaktan) dan 2/3 bagian larutan inisiator  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  (amonium persulfat) pada *syringe* diteteskan perlahan melaui selang yang memiliki pengaturan kecepatan.

Campuran tersebut terus diaduk dengan kecepatan konstan 750 rpm selama 1 jam hingga terbentuk busa. Setelah busa menurun dan reaksi mereda, sisa larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  (amonium persulfat) dan monomer vinyl asetat pada *syringe* dialirkan tetes demi tetes dengan perbandingan tetesan 1:8 hingga kedua bahan tersebut habis secara bersamaan. Reaksi kemudian ditunggu selama 4 jam

sambil terus diaduk hingga terbentuk lateks. Setelah terbentuk lateks, reaktor didinginkan dan saat mendekati temperatur ruang, dibuthyl phtalat ditambahkan sebagai *plasticizer* dan anti mikrobial untuk mencegah tumbuhnya jamur pada lateks (Lange, 2011).

### **3.3 Karakterisasi**

#### **3.3.1 Analisis Gugus Fungsi**

Produk lateks PVAc hasil polimerisasi dikarakterisasi dengan FT-IR untuk mengetahui ikatan yang terbentuk pada sampel dan mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada produk lateks polivinil asetat. Lateks polivinyl asetat sebelumnya dikeringkan dengan bentuk lembaran dengan ketebalan 0,2 mm. Lapisan film lateks PVAc yang telah kering kemudian dibuat dengan ukuran yang sama yaitu dengan panjang 2 cm dan lebar 0,5 cm. Film tersebut diletakkan diatas alat ATR Zirconia yang ditempatkan pada ruang pengukuran. Pengukuran dilakukan pada kisaran bilangan gelombang  $500\text{ cm}^{-1}$  sampai  $400\text{ cm}^{-1}$  (Budianto et al., 2008).

#### **3.3.2 Analisis Viskositas**

Analisis viskositas dari sampel lateks polivinyl asetat dilakukan dengan alat viskosimeter rotasional. Sampel diambil sebanyak 250 mL dan dilakukan pengukuran pada temperatur  $30^{\circ}\text{C}$ .

#### **3.3.3 Analisis TMA**

TMA (*thermomechanical analysis*) dilakukan untuk mengetahui koefisien muai dari sampel. Analisis ini dilakukan dengan mengambil sampel yang telah dikeringkan dalam bentuk lembaran dengan ketebalan 0,2 mm dan panjang 1 cm, kemudian dianalisis pada temperatur  $27^{\circ}\text{C}$  hingga  $78^{\circ}\text{C}$  dengan kenaikan  $5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ .

#### **3.3.4 Uji tarik**

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dari lateks polivinyl asetat. Uji tarik ini dilakukan dengan mencetak sampel yang telah dikeringkan dalam bentuk lembaran sesuai standar ASTM untuk pengujian tensile (Gambar 2.11), kemudian lembaran tersebut dijepit kedua ujungnya pada alat uji dan dilakukan pengujian tarik dengan diberi beban sebesar 100 N dan ditarik dengan kecepatan tarikan 100 mm/menit. Uji ini menghasilkan data berupa besarnya kuat tarik dari sampel serta perpanjangan sampel sebelum putus, sehingga nantinya diperoleh nilai regangan serta modulus elastisitas dari lembaran lateks polivinyl asetat.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini dilakukan sintesis PVAc (polivinyl asetat) berbasis pelarut metanol. Sintesis PVAc ini merupakan polimerisasi emulsi dengan metode semi batch, dilakukan *seeding polymerization* di awal dengan memasukkan 10% monomer, surfaktan, pelarut dan inisiator, sedangkan sisanya ditambahkan tetes demi tetes secara kontinu (Lange, 2011). Metanol digunakan sebagai pelarut karena secara termodinamika, pelarut organik alifatik yang baik untuk polivinyl asetat adalah metanol, aseton, dan kloroform, sedangkan yang paling mudah didapatkan adalah metanol (Olayemi dan Adeyeye, 1982). Produk yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR), Viskosimeter rotasional, dan *Thermomechanical Analysis* (TMA) serta dilakukan uji mekanik menggunakan *Tensile Shear Strength*.

#### **4.1 Sintesis polivinyl asetat**

Proses polimerisasi dalam penelitian ini dilakukan dengan metode semibatch, yaitu dilakukan *seeding* polimerisasi di awal. Proses polimerisasi dimulai dengan memasukkan kombinasi pelarut metanol:air dengan perbandingan 1:3. Air ditambahkan sebagai campuran metanol karena polivinyl alkohol yang akan digunakan sebagai *protective* koloid dalam penelitian ini bersifat larut dalam air. Pelarut kemudian dialiri dengan gas nitrogen selama 2 menit untuk menghilangkan kandungan oksigen terlarut, karena menurut Chern (2006), kandungan oksigen dalam sistem polimerisasi dapat memperlambat laju reaksi polimerisasi.

*Seeding* polimerisasi dilakukan dengan melarutkan polivinyl alkohol dalam pelarut (Gambar 4.1), kemudian ditambahkan buffer sodium bikarbonat, inisiator, 10% monomer dan surfaktan.

Polivinyl alkohol digunakan sebagai *protective* koloid untuk mencegah terjadinya aglomerasi saat polimerisasi (Lange, 2011) dan sebagai stabilisator reaksi polimerisasi emulsi (Chern, 2006). Buffer digunakan dalam penelitian ini untuk mengendalikan laju dekomposisi inisiator, karena dalam penggunaan inisiator persulfat tingkat dekomposisinya dipercepat oleh kondisi asam, tetapi dengan penambahan buffer, laju dekomposisi dapat dikendalikan (Lange, 2011). Jumlah monomer yang ditambahkan saat *seeding* polimerisasi hanya 10% dari jumlah total monomer dengan tujuan untuk mendapatkan inisiasi yang lebih maksimal dan laju pertumbuhan partikel lateks dapat dikendalikan. Peran surfaktan dalam penelitian ini adalah sebagai stabilisator reaksi dan mengendalikan ukuran partikel lateks yang terbentuk (Chern, 2006).



Gambar 4.1 Proses melarutkan polivinyl alkohol dalam pelarut

Polimerisasi ditandai dengan munculnya busa yang perlahan naik saat monomer dan inisiator ditambahkan (Gambar 4.2). Membuktikan bahwa inisiator berhasil menginisiasi monomer. Mekanisme reaksi yang terjadi dijelaskan pada Gambar 4.4. Reaksi ini bersifat eksotermis karena polimerisasi emulsi ini merupakan reaksi polimerisasi radikal bebas (Lange, 2011).

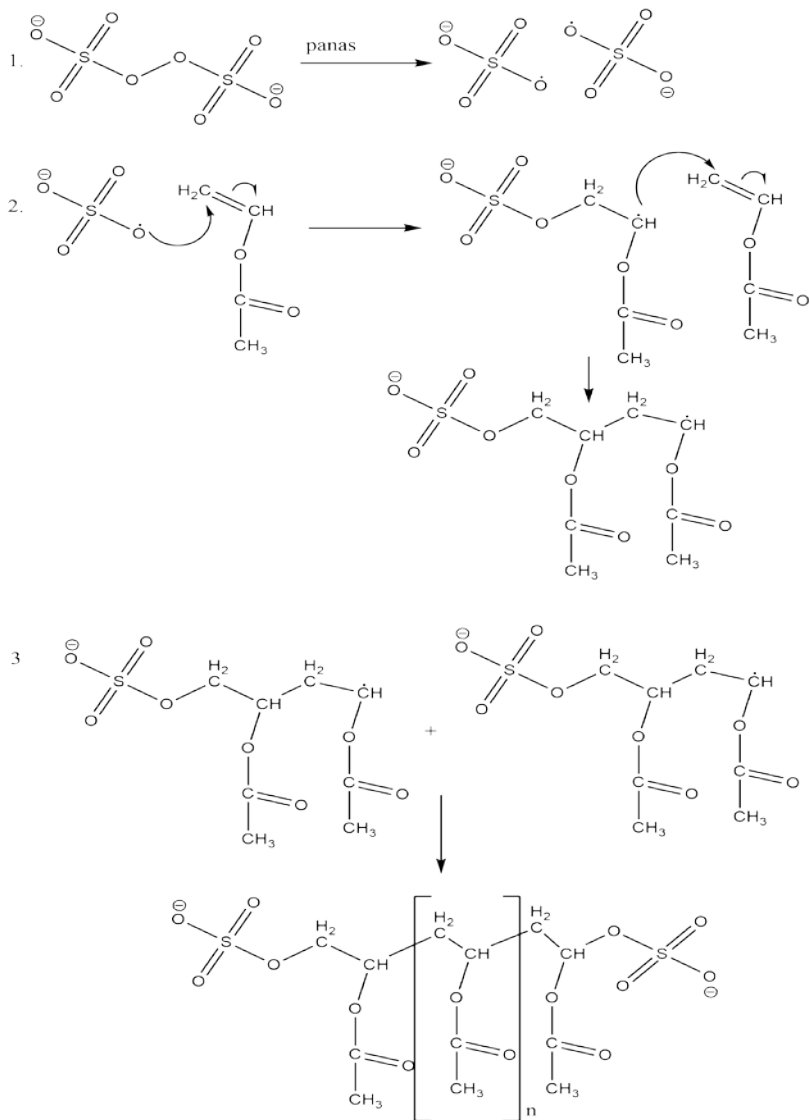
Reaksi kemudian mereda setelah lebih kurang 1 jam yang ditandai dengan turunnya busa. Saat reaksi mereda, sisa inisiator amonium persulfat dan monomer ditambahkan tetes demi tetes dengan perbandingan kecepatan tetesan 1:8 dengan tujuan agar reaksi polimerisasi berjalan sempurna, karena amonium persulfat menginisiasi monomer secara sedikit demi sedikit.



Gambar 4.2 Reaksi polimerisasi yang ditandai adanya busa



Gambar 4.3 Lateks PVAc dengan pelarut metanol:air 1:3



Gambar 4.4 Mekanisme reaksi polimerisasi polivinyl asetat



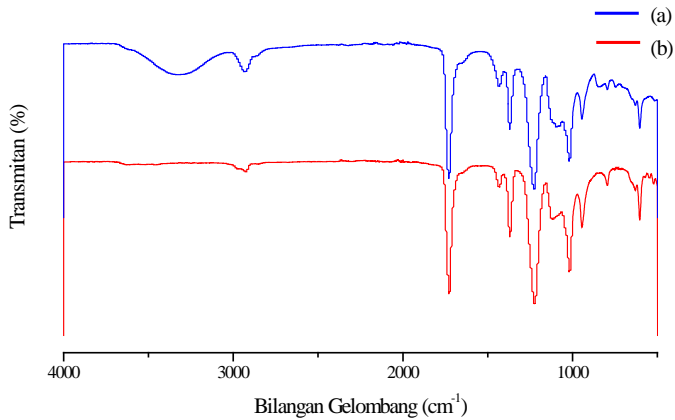
Proses pengadukan masih terus dilanjutkan meskipun monomer dan inisiator dalam *syringe* telah habis. Reaksi polimerisasi dianggap selesai saat tidak terdapat busa pada lateks, yang menunjukkan bahwa semua monomer telah mengalami polimerisasi. Temperatur *waterbath* kemudian diturunkan hingga temperatur ruang. Saat temperatur lateks sekitar 50°C, ditambahkan *plasticizer* untuk menambah keelastisan produk dan juga anti mikrobial untuk mencegah tumbuhnya jamur dalam produk (Chern, 2006). Produk lateks polivinyl asetat yang terbentuk berupa cairan kental berwarna putih (Gambar 4.3).

## 4.2 Karakterisasi PVAc

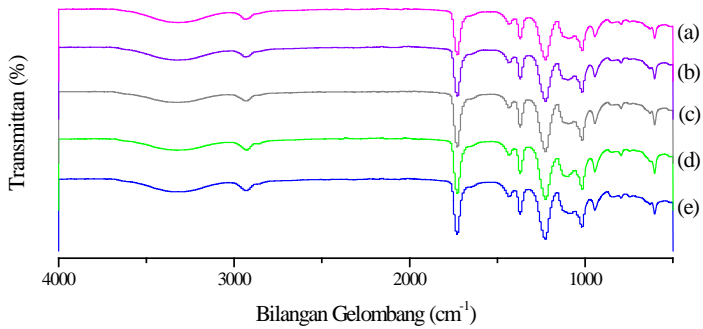
### 4.2.1 Karakterisasi dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Sampel polimer hasil sintesis dianalisis dengan spektroskopi FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang ada dalam sampel.

Spektra FTIR pada Gambar 4.5 menunjukkan perbedaan yang signifikan antara sampel PVAc *water-based* dan PVAc *solvent-based*. Pada sampel PVAc *water-based* terdapat puncak lebar pada daerah bilangan gelombang 3675-3065 sedangkan pada sampel PVAc *solvent-based* yang didapatkan dari perusahaan Greatchemindo Satria Putramas tidak menunjukkan adanya puncak pada daerah bilangan gelombang tersebut. Selain itu, puncak lainnya muncul pada bilangan gelombang yang sama yaitu pada bilangan gelombang 2930, 1727, 1366, 1229, dan 1022  $\text{cm}^{-1}$ , hanya saja memiliki perbedaan pada transmittan yang dihasilkan.



Gambar 4.5 Spektrum FTIR (a) lateks PVAc *water-based* dan (b) PVAc *solvent-based*



Gambar 4.6 Spektrum FTIR sampel lateks PVAc metanol:air dengan surfaktan (a) disponil FES 27 IS, (b) disponil AFX 3070, (c) disponil AES 72, (d) disponil A 1080 dan (e) PVAc *water-based*

Pada spektrum FTIR sampel PVAc *water-based* dan PVAc dengan kombinasi pelarut metanol : air dengan beberapa jenis surfaktan diatas tidak menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada puncak yang dihasilkan. Spektrum inframerah pada Gambar 4.6 tersebut menunjukkan adanya puncak lebar pada bilangan gelombang 3675-3065  $\text{cm}^{-1}$  dan puncak lain pada bilangan gelombang 2928, 1733, 1366, 1229, 1022, dan 601  $\text{cm}^{-1}$ . Hasil ini didukung oleh penelitian Ferreira dkk, (2012) bahwa spektra FTIR sampel PVAc muncul puncak lebar pada bilangan gelombang 3700-3000  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan O-H vibrasi ulur (*stretch*), pada bilangan gelombang 2850-3000  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan C-H  $\text{sp}^3$  stretch, bilangan gelombang 1750-1720  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan ikatan C=O, bilangan gelombang 1375  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan ikatan  $\text{CH}_3$  *bend* dan pada bilangan gelombang 1300-1000  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan ikatan C-O *stretch*.

Tabel 4.1 Puncak-puncak penting spektrum lateks PVAc

Sampel	Bilangan Gelombang Gugus Fungsi ( $\text{Cm}^{-1}$ )				
	C-O strech	$\text{CH}_3$ bend	C=O strech	C-H $\text{sp}^3$ stretch	O-H strech
a	1229	1366	1733	2928	3336
b	1229	1366	1733	2928	3336
c	1229	1366	1733	2928	3336
d	1229	1366	1733	2928	3336
e	1229	1366	1733	2928	3336

Hasil spektrum FTIR pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa PVAc *water-based* dan PVAc *solvent-based* memiliki perbedaan signifikan hanya pada gugus O-H pada lateks PVAc *water-based*.

Penggunaan surfaktan dalam penelitian ini tidak mempengaruhi gugus fungsi yang terbentuk dalam produk lateks PVAc.

#### 4.2.2 Analisis Viskositas

Lateks polivinyl asetat dianalisis dengan alat viskosimeter rotasional dan didapatkan data viskositas dari masing-masing lateks yang ditunjukkan pada Tabel 4.2. Data tersebut menunjukkan bahwa sampel lateks polivinyl asetat dengan pelarut metanol:air 1:3 memiliki nilai viskositas tertinggi pada penggunaan surfaktan Disponil AFX yaitu sebesar 2500 cPs. Nilai viskositas tersebut mendekati nilai viskositas dari PVAc *solvent-based* yang didapatkan dari perusahaan Greatchemindo Satria Putramas yaitu sebesar 3000 cPs. Nilai viskositas yang besar menunjukkan berat molekul yang besar. Hal ini dikarenakan semakin panjang rantai polimer yang terbentuk maka nilai viskositasnya juga semakin besar.

Tabel 4.2 Data viskositas lateks PVAc dengan variasi jenis surfaktan

Sampel	Viskositas (cPs)
Disponil A 1080	1500
Disponil AFX	2500
Disponil FES 27 IS	1500
Disponil AES 72	2000
PVAc <i>solvent-based</i>	3000
PVAc <i>water-based</i>	1000

Perbedaan viskositas dari beberapa jenis surfaktan diperkirakan karena surfaktan membentuk susunan rantai yang berbeda pada lateks polivinyl asetat. Susunan rantai tersebut yang mengakibatkan viskositasnya bervariasi. Viskositas juga dapat digunakan untuk menentukan berat molekul dari lateks polivinyl

asetat, tetapi pada penelitian ini tidak dibahas karena penelitian ini lebih fokus terhadap sifat fisik polivinyl asetat untuk aplikasi perekat *styrofoam* dan *fyberglass* pada badan mobil listrik.

#### 4.2.3 Karakterisasi *Termomechanical Analysis* (TMA)

Lateks polivinyl asetat kemudian dilakukan pengujian sifat termal dengan analisis *thermomechanical* untuk mendapatkan data koefisien ekspansi termal dari masing-masing lateks polivinyl asetat.

Gambar 4.7 menunjukkan hasil karakterisasi TMA dari lateks polivinyl asetat *water-based* dan *solvent-based*. Sampel PVAc *solvent-based* yang kami dapatkan dari perusahaan Greatchemindo Satria Putramas memiliki tingkat koefisien ekspansi termal paling rendah yaitu mencapai  $-8686 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  sedangkan lateks PVAc berbasis pelarut air memiliki koefisien ekspansi termal minimal yaitu  $-3749 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ .

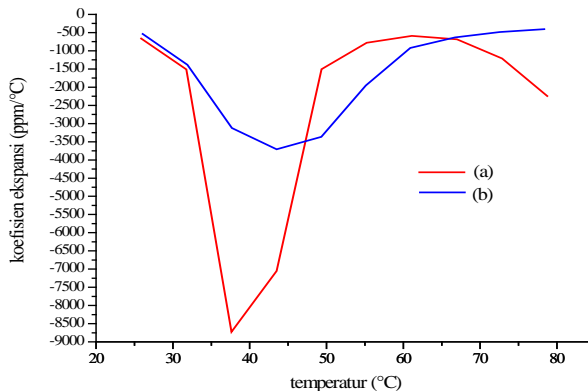
Tabel 4.3 Data koefisien ekspansi termal lateks PVAc dengan variasi jenis surfaktan

Sampel	Koefisien Ekspansi Termal Minimum ( $\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ )	Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )
Disponil A 1080	-349	26
Disponil AFX	-873	38
Disponil FES 27 IS	-266	26
Disponil AES 72	-77	26

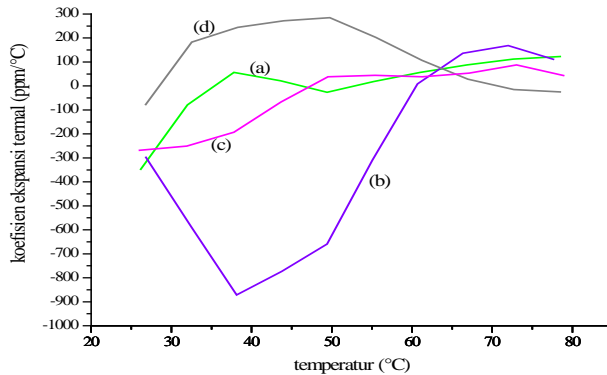
Berdasarkan Tabel 4.3, Koefisien ekspansi termal terendah didapatkan pada penggunaan surfaktan Disponil AFX yaitu  $-873 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  tetapi dicapai pada temperatur  $38^{\circ}\text{C}$ . Pada penggunaan surfaktan Disponil A, Disponil FES dan Disponil AES 72, koefisien ekspansi termal terendah sama-sama dihasilkan pada suhu  $26^{\circ}\text{C}$ .

Perbedaan koefisien ekspansi termal pada Tabel 4.3 tersebut menunjukkan bahwa surfaktan mempengaruhi koefisien termal dari lateks PVAc metanol:air 1:3. Perbedaan koefisien termal ini dikarenakan setiap surfaktan memiliki komposisi kimia yang berbeda sehingga membentuk susunan rantai yang berbeda-beda. Hal ini yang mempengaruhi kuat ikat dari lateks polivinyl asetat metanol:air.

Penggunaan surfaktan Disponil A 1080 dianggap memiliki kualitas yang paling baik diantara surfaktan lainnya karena memiliki koefisien ekspansi termal terendah dengan temperatur 26°C. Koefisien ekspansi termal yang rendah dianggap memiliki kualitas yang baik. Semakin rendah nilai koefisien ekspansi termal, maka dimensi polimer akan rapat, sehingga memiliki kuat ikat silang yang tinggi (Askeland dan Phule, 2006).



Gambar 4.7 Koefisien ekspansi termal dari PVAc *solvent-based* dan lateks PVAc *water-based*



Gambar 4.8 Koefisien ekspansi termal lateks PVAc kombinasi pelarut metanol : air dengan surfaktan (a) Disponil A 1080, (b) Disponil AFX, (c) Disponil FES 27 IS, dan (d) Disponil AES 72

#### 4.2.4 Uji Tarik

Lateks polivinyl asetat hasil sintesis dikarakterisasi lebih lanjut untuk mengetahui sifat mekaniknya menggunakan uji *stress-strain*. Uji ini menghasilkan data berupa kuat tarik dan perpanjangan sampel sebelum putus. Sampel dicetak seperti Gambar 4.9 sebelum dilakukan pengujian kuat tarik seperti Gambar 410.



Gambar 4.9 Bentuk sampel lateks polivinyl asetat untuk pengujian kuat tarik



Gambar 4.10 Pengujian kuat tarik sampel polivinyl asetat

Tabel 4.4 Hasil pengujian kuat tarik lateks PVAc

Sampel lateks PVAc	Kuat Putus (N)	Perpanjangan (mm)
Disponil A 1080	19,9	352,73
Disponil AES 72	17,1	317,16
Disponil AFX 3070	35,3	331,31
Disponil FES 27 IS	36,95	337,64
<i>Solvent-based</i>	7	156,79

Sifat mekanik dari suatu material biasa dinilai dari modulus elastisitasnya. Nilai modulus elastisitas berbanding terbalik dengan nilai strain karena modulus elastisitas merupakan ukuran



ketahanan suatu material terhadap tegangan tarik. Semakin tinggi nilai modulus elastisitas maka semakin elastis suatu material.

Perbedaan nilai kuat putus dan perpanjangan pada Tabel 4.4 serta perbedaan nilai strain, stress dan modulus elastisitas pada Tabel 4.5 membuktikan bahwa surfaktan memiliki pengaruh terhadap sifat mekanik dari lateks polivinyl asetat. Hal ini dikarenakan surfaktan memiliki komposisi kimia yang berbeda sehingga menyebabkan perbedaan ukuran atau dimensi lateks dan kuat ikat lateks yang terbentuk. Semakin besar dimensi dan kuat ikat lateks, semakin besar perpanjangannya sehingga modulus elastisitasnya akan semakin besar juga.

Tabel 4.5 Data sifat mekanik lateks PVAc metanol:air 1:3

Sampel lateks PVAc	Tensile Strenght/Stress (MPa)	Strain	Modulus Elastisitas (MPa)
Disponil A 1080	28,8	2,07	13,93
Disponil AES 72	24,7	1,76	14,05
Disponil AFX 3070	20,5	1,88	10,90
Disponil FES 27 IS	21,4	1,94	11,05
<i>Solvent-based</i>	4,1	0,36	11,28

Dari data sifat mekanik pada Tabel 4.5, modulus elastisitas tertinggi pada sampel lateks polivinyl asetat metanol:air didapatkan pada penggunaan surfaktan Disponil AES 72 yaitu sebesar 14,05 Mpa, tetapi menurut Tabel 4.4, penggunaan Disponil AES 72 memiliki nilai perpanjangan yang terendah. Sehingga penggunaan surfaktan terbaik didapatkan dari Disponil A 1080 karena memiliki nilai perpanjangan yang paling tinggi serta memiliki selisih sedikit dari nilai modulus elastisitas surfaktan Disponil AES 72. Penggunaan lateks polivinyl asetat

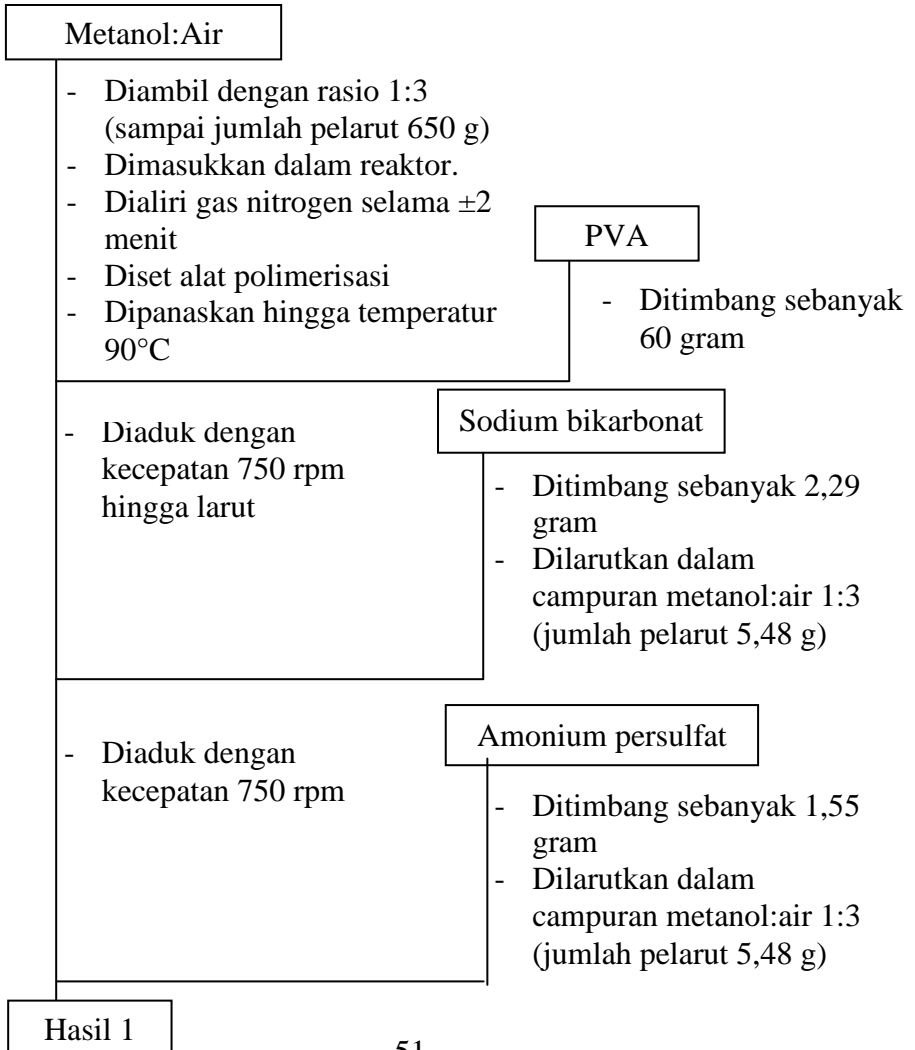
metanol:air ini dapat digunakan sebagai perekat badan mobil listrik karena nilai perpanjangan dan modulus elastisitasnya lebih besar dari nilai perpanjangan dan modulus elastisitas dari sampel PVAc *solvent-based* yang kami dapatkan dari perusahaan Greatchemindo Satria Putramas. Sampel yang didapatkan dari perusahaan tersebut digunakan sebagai pembanding karena sampel tersebut diimpor dari perusahaan di jepang dan telah diperjual-belikan sehingga dianggap telah diterima kualitasnya oleh konsumen.

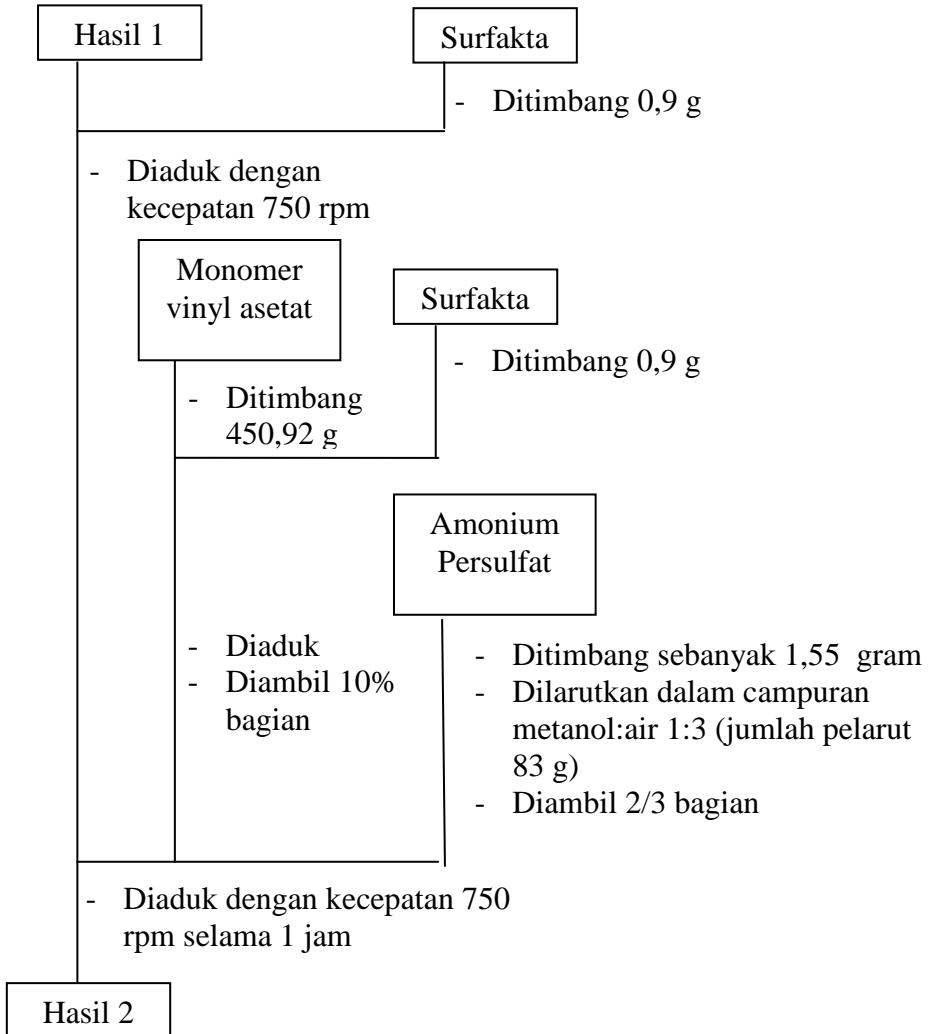


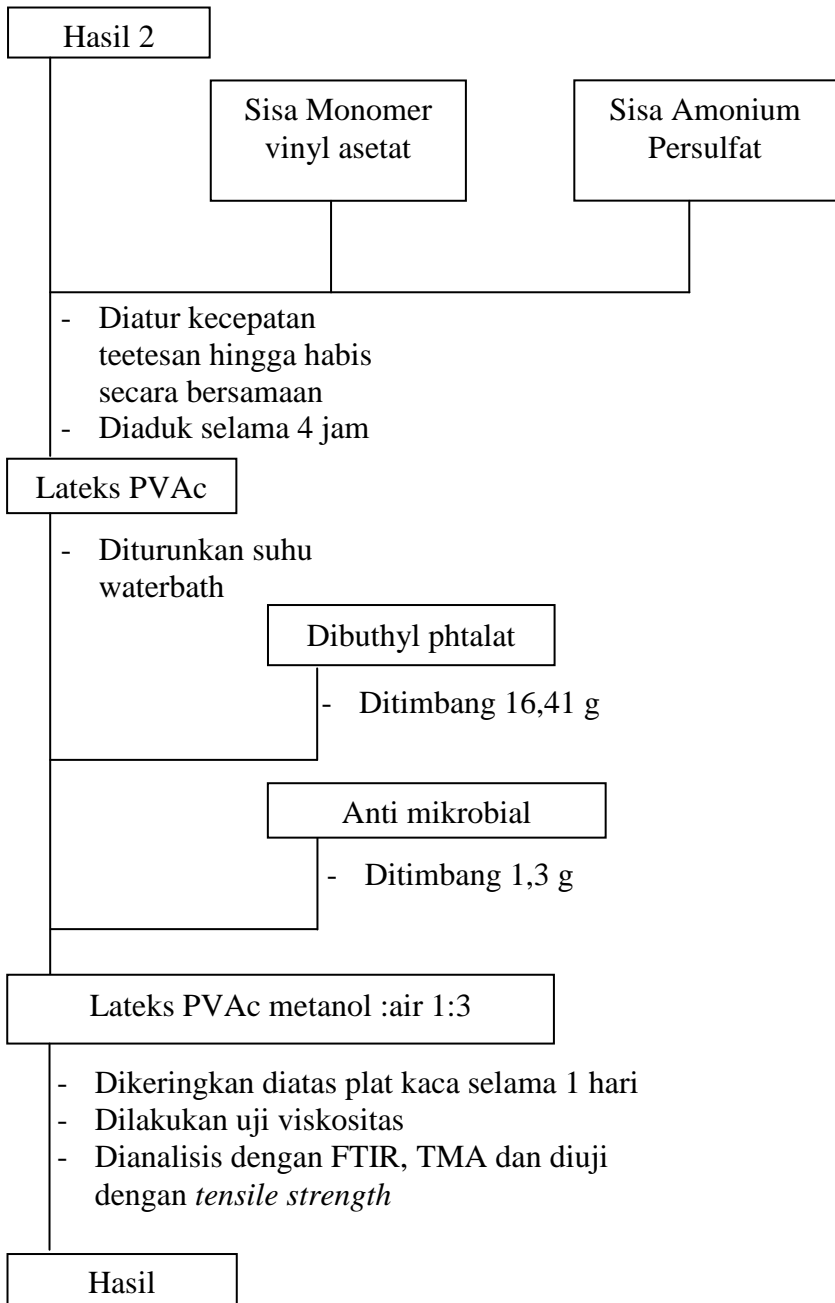
## LAMPIRAN

### LAMPIRAN A

#### 1. Sintesis Polivinyl asetat dengan pelarut metanol:air 1:3







***“halaman ini sengaja dikosongkan”***

**LAMPIRAN B****Komposisi bahan untuk reaksi polimerisasi polivinyl asetat**

Tempat	Bahan	Jumlah (gram)	Tempat	Bahan	Jumlah (gram)
Reaktor	Metanol:Air	650	Syringe	VAM	450,92
	PVA	60		Surfaktan	0,93
	SBK	2,29		APS	1,55
	Air	5,48		Metanol:Air	83
	APS	1,55			
	Metanol:Air	5,48			
	Surfaktan	0,93			
	DBP	16,41			
	AM	1,3			



***“halaman ini sengaja dikosongkan”***

## LAMPIRAN C : PERHITUNGAN

### Perhitungan Sifat mekanik lateks polivinyl asetat hasil pengujian Tensile strength

#### A. Hasil Uji Kuat-tarik dari Setiap Variasi Sampel

SAMPEL LATEKS PVAC	KUAT PUTUS (N)	PERPANJANG AN (MM)
Disponil A 1080	19,9	352,73
Disponil AES 72	17,1	317,16
Disponil AFX 3070	35,3	331,31
Disponil FES 27 IS	36,95	337,64
<i>Solvent-based</i>	7	156,79

#### B. Perhitungan Nilai *Strain* dan Modulus Elastisitas Sampel PVAc dengan Jenis surfaktan Disponil A 1080

$$l_0 = 11,5 \text{ cm}$$

$$l_1 = 352,73 \text{ mm} = 35,27 \text{ cm}$$

$$\Delta l = (35,27 - 11,5) \text{ cm} = 23,77 \text{ cm}$$

$$\text{Stress } (\sigma) = 28,8 \text{ MPa}$$

$$\text{Strain } (\varepsilon) = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{23,77 \text{ cm}}{11,5 \text{ cm}} = 2,07$$

$$\text{Modulus Elastisitas} = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{28,8 \text{ MPa}}{2,07} = 13,93 \text{ MPa}$$

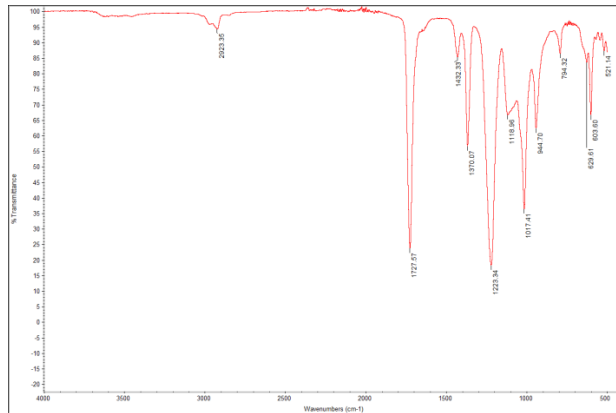
Perhitungan untuk sampel PVAc metanol:air 1:3 dengan variasi jenis surfaktan menghasilkan data sebagai berikut:

SAMPEL LATEKS PVAC	TENSILE STRENGHT/ TRESS (MPA)	STRAI N	MODULUS ELASTISIT AS (MPA)
Disponil A 1080	28,8	2,07	13,93
Disponil AES 72	24,7	1,76	14,05
Disponil AFX 3070	20,5	1,88	10,90
Disponil FES 27 IS	21,4	1,94	11,05
<i>Solvent-based</i>	4,1	0,36	11,28

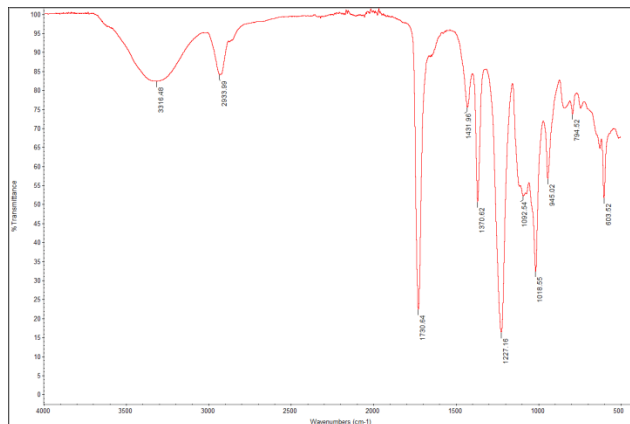
## LAMPIRAN D : DATA KARAKTERISASI

### 1. Data FTIR

#### a. PVAc solvent-based

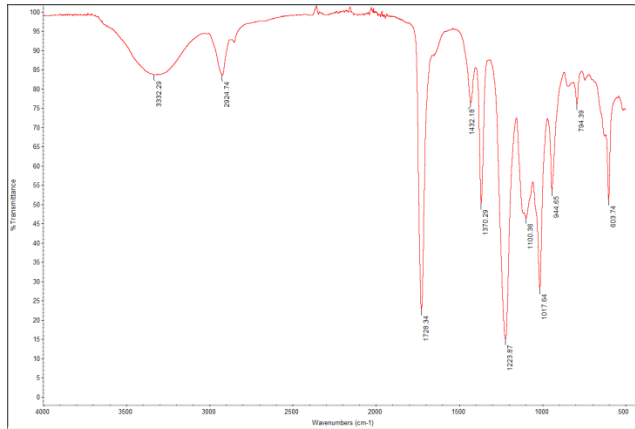


#### b. PVAc water-based



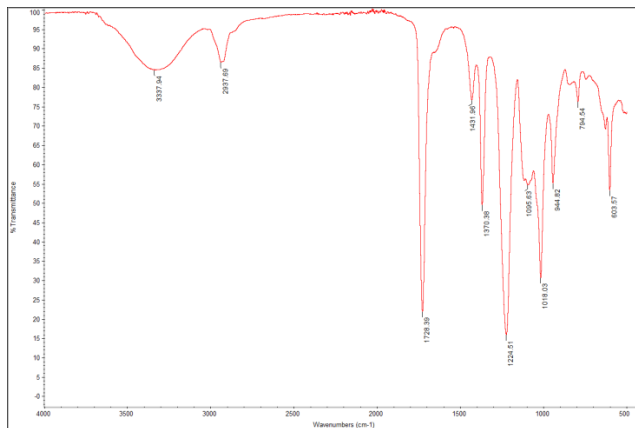
**c. PVAc metanol:air 1:3 dengan surfaktan Disponil A**

**1080**

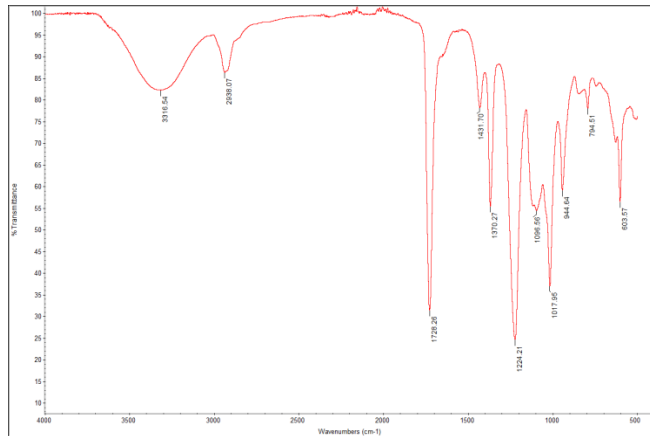


**d. PVAc metanol:air 1:3 dengan surfaktan Disponil AES**

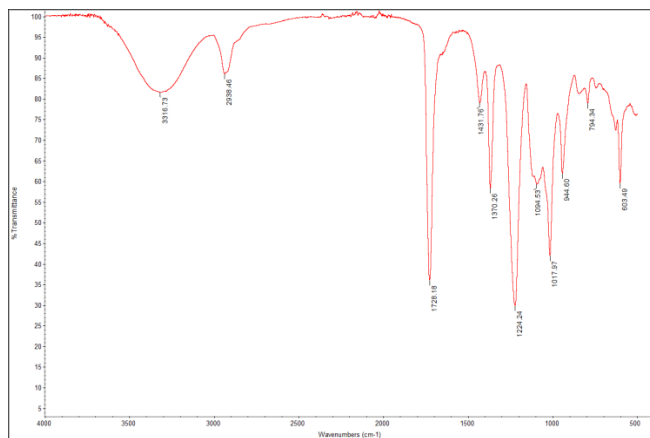
**72**



**e. PVAc metanol:air 1:3 dengan surfaktan Disponil AFX 3070**

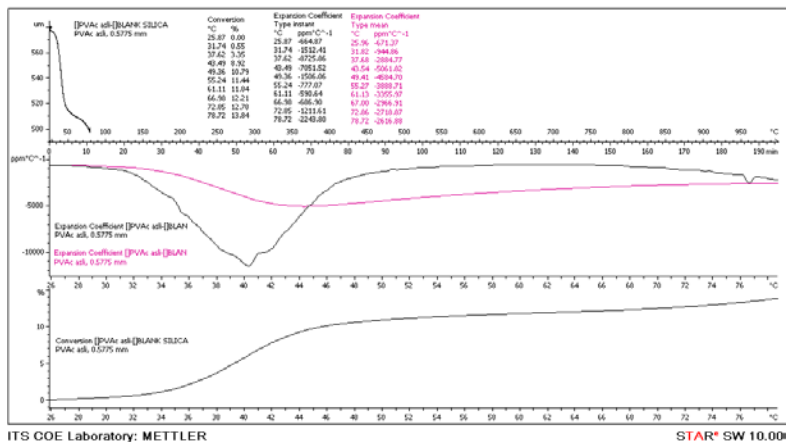


**f. PVAc metanol:air 1:3 dengan surfaktan Disponil FES 27 IS**

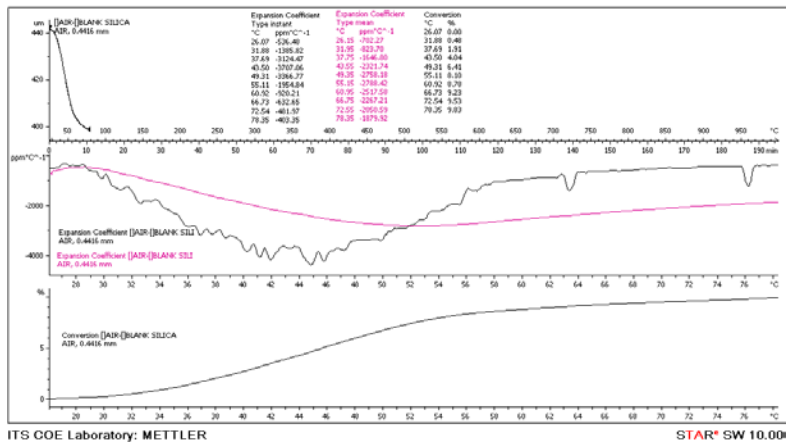


2. Data TMA

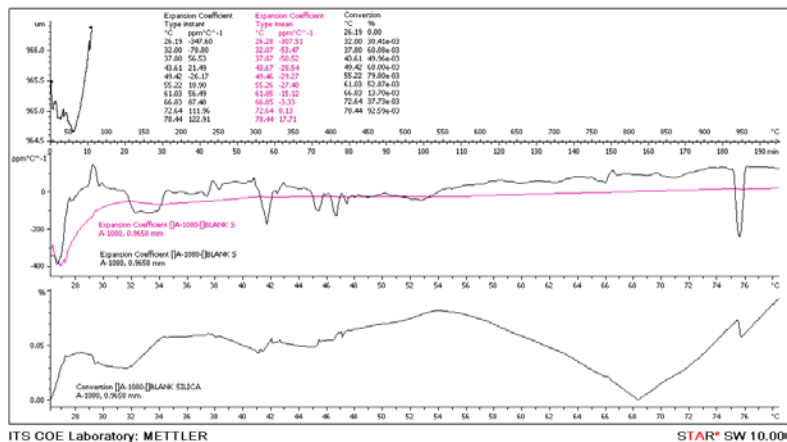
a. PVAc solvent-based



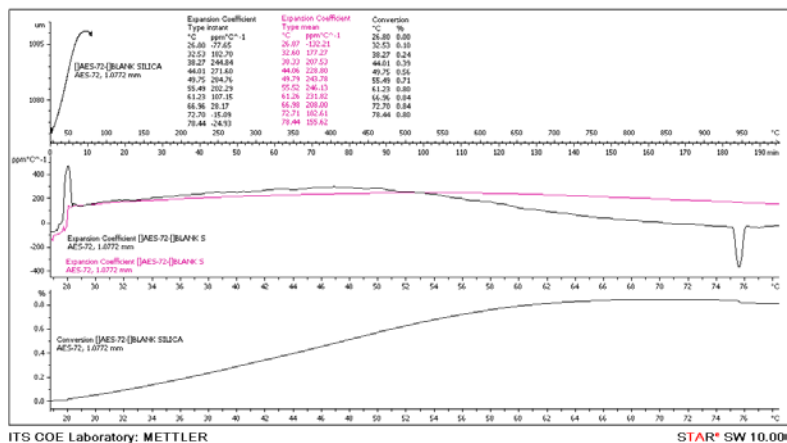
b. PVAc water-based



c. PVAc metanol:air 1:3 dengan surfaktan Disponil A  
1080



d. PVAc metanol:air 1:3 dengan surfaktan Disponil AES  
72







## BAB IV

### KESIMPULAN

#### 4.1 Kesimpulan

PVAc berbasis metanol berhasil disintesis dengan menggunakan monomer vinyl asetat melalui polimerisasi emulsi dengan variasi beberapa jenis surfaktan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa jenis surfaktan tidak berpengaruh kepada pembentukan gugus fungsi pada lateks polivinyl asetat metanol:air, dibuktikan dengan hasil karakterisasi FTIR. Viskositas terbesar didapatkan pada penggunaan surfaktan Disponil AFX 3070. Berdasarkan hasil karakterisasi TMA, didapatkan hasil terbaik dari penggunaan surfaktan Disponil A 1080 dengan nilai koefisien termal terendah pada temperatur 26°C. Berdasarkan pengujian *tensile-strength*, hasil terbaik didapatkan dari penggunaan surfaktan Disponil A 1080 dengan nilai perpanjangan dan modulus elastisitas yang tinggi.

Berdasarkan sifat kimia, penggunaan jenis surfaktan yang baik diperoleh dari surfaktan Disponil AFX karena nilai viskositasnya mendekati nilai viskositas sampel PVAc *solvent-based* yang didapatkan dari perusahaan Greatchemindo Satria Putramas. Berdasarkan sifat Fisik, Jenis surfaktan yang paling tepat untuk polimerisasi polivinyl asetat metanol:air 1:3 dalam penelitian ini adalah Disponil A 1080. Produk lateks polivinyl asetat metanol:air 1:3 dengan jenis surfaktan Disponil A 1080 dapat diaplikasikan sebagai perekat *styrofoam* dan *fyberglass* karena memiliki nilai koefisien termal minimal bernilai negatif dan nilai modulus elastisitas yang mendekati sampel PVAc *solvent-based* yang didapatkan dari perusahaan Greatchemindo Satria Putramas.

## **4.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian ini, dibutuhkan penelitian selanjutnya dengan mengetahui terlebih dahulu komposisi kimia dalam surfaktan yang akan digunakan, sehingga lebih mengetahui perbedaan dari beberapa jenis surfaktan dan pengaruhnya terhadap proses polimerisasi.